



# AUSLEGESCHRIFT

## 1 166 589

Deutsche Kl.: 49 a - 20

1

Nummer: 1 166 589  
 Aktenzeichen: M 47522 I b / 49 a  
 Anmeldetag: 24. Dezember 1960  
 Auslegetag: 26. März 1964

1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Spindellagerung für Werkzeugmaschinen, insbesondere Schwerdrehbänke, bei der drei oder mehr Lagerstellen für die Spindel vorgesehen sind.

Eine Werkzeugmaschinenspindel, z. B. die Hauptspindel einer Drehbank, unterliegt einer Verformung oder Durchbiegung, die durch das Gewicht eines Futters, einer Planscheibe, durch das Werkstück- oder Werkzeuggewicht, durch die Schnittkraft, durch die Einleitung des Antriebsdrehmoments oder durch sonstige äußere Einflüsse hervorgerufen wird. Derartige Verformungen oder Abweichungen von der Sollage wirken sich naturgemäß nachteilig auf die Genauigkeit aus.

Bekannte Vorschläge zur Verringerung der Spindelverformung zielen auf eine Erhöhung der Starrheit des Spindelsystems hin, so z. B. durch Vergrößerung des Widerstandsmoments der Spindel, durch Verringerung der Auskraglänge oder des Überhanges der Spindelnase u. dgl. Dem sind jedoch vielfach durch die praktischen Gegebenheiten, z. B. durch den zur Verfügung stehenden Raum oder durch die Art der Maschine, von vornherein schon Grenzen gesetzt.

Bei verschiebbaren Teilen hat man versucht, mittels einer bestimmten Ausbildung der Führungsflächen eine durch Belastung bedingte Absenkung zu kompensieren. So ist bei einem ausfahrbaren Unterarm eines Bohr- und Fräswerkes eine keilförmige obere Gleitfläche vorgesehen, die sich an einer festen Gegenfläche abstützt, wobei der Keil zum hinteren Ende ansteigt. Je weiter also der Unterarm ausgefahren wird, um so größer wird auch die Höhe des Keiles an der tragenden Stelle.

Bei sich drehenden Teilen hat man sich auch mit der Verlagerung im Lager selbst befaßt. Ausgehend davon, daß zwischen Welleverlagerung und Lagerlast kein linearer Zusammenhang besteht, ist vorgeschlagen worden, die Welle einer zusätzlichen, also zu der Arbeitsbelastung hinzukommenden Belastung zu unterwerfen, z. B. durch entsprechende Druckverteilung im Lagerspalt oder durch am Lager auf die Welle wirkende Belastungskräfte, um dadurch in einem Bereich kleinerer Verlagerungen zu arbeiten. Eine Verformung oder Durchbiegung der Welle läßt sich auf diese Weise jedoch nicht verhindern oder in ihren nachteiligen Auswirkungen beeinflussen.

Bei relativ kleinen Spindeln haben sich durch Vorspannung von Wälzlagern die dynamischen und statischen Eigenschaften des Systems verbessern lassen. Weiterhin sind Vorschläge zum Auffinden günstiger Lagerabstände gemacht worden. Die ferner bekannten dreifachen Spindellagerungen stellen hohe Anfor-

Spindellagerung für Werkzeugmaschinen,  
insbesondere Schwerdrehbänke

5 Anmelder:  
Maschinenfabrik Froriep G. m. b. H.,  
Rheydt (Rhld.)

10 2  
derungen an die Fertigung, obgleich zum Ausschalten von Fluchtfehlern und zur Vereinfachung auch schon vorgeschlagen wurde, das dritte Lager gesondert herzustellen und nach entsprechender radialer Justierung einzubauen. Es sind weiterhin geteilte Spindeln bekannt, bei denen der vordere Teil kurz und stabil gelagert ist, während der hintere Teil der Einleitung des Antriebsdrehmoments dient und mit dem ersten 15 Teil über eine Zapfenkupplung beweglich verbunden ist. Der vordere Teil der Spindel ist hierbei zwar von der Einleitung des Antriebsdrehmoments entlastet, unterliegt jedoch ebenso wie eine ungeteilte Spindel anderen Verformungskräften. Mit dem Ziel, die 20 Beanspruchungen der Lager günstiger zu gestalten, ist bei einer zweifach gelagerten Spindel mit einem zwischen den Lagern auf der Spindel befestigten Zahnrad auch vorgeschlagen worden, das in das Zahnrad eingreifende Antriebsritzel zur Bedienungsseite der Maschine hin oberhalb der durch die Spindelachse gehende waagerechten Ebene anzuordnen.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß sich die nachteiligen Auswirkungen einer durch das Werkstückgewicht oder sonstige Einflüsse bedingten 25 Spindelverformung durch die erwähnten Maßnahmen zur Erhöhung der Starrheit des Spindelsystems allein nicht in der wünschenswerten Weise beseitigen lassen. Die Anwendung der bekannten Maßnahmen ist zudem nicht generell möglich, sondern hängt von den 30 Gegebenheiten jedes Einzelfalles ab, wobei sich dieser oder jener Vorschlag schon grundsätzlich nicht mit sonstigen zu berücksichtigenden Punkten vereinbaren läßt. Dies gilt insbesondere auch für Spindeln von Schwerdrehbänken. Bei der Erfindung wird deshalb ein neuer Weg beschritten, um die Beeinträchtigung der Form- und Maßgenauigkeit eines Fertigungsproduktes durch auftretende Spindelverformung auszuschalten.

35 Gemäß der Erfindung ist bei einer Spindellagerung der eingangs genannten Art wenigstens eine der innenliegenden Lagerstellen durch einen Stützkörper gebildet, der zur Beeinflussung der Spindelverformung

bzw. zur Ausrichtung der Spindel gegen dieselbe verstellbar ist, oder es weist eine der innenliegenden Lagerstellen einen Raum zur Aufnahme eines auf die Spindel zur Ausrichtung wirkenden Druckmittels auf oder es sind beide Maßnahmen gemeinsam angewendet. Hierdurch kann den jeweils durch ein Werkstück oder andere Einflüsse hervorgerufenen Verformungskräften entgegengewirkt und Einfluß auf den Verlauf der Spindel genommen werden. Es ist auf diese Weise möglich, für das Arbeitsergebnis nachteilige Verformungen zu vermeiden, und zwar auch bei sehr unterschiedlichen oder wechselnden, auf die Spindel wirkenden Kräften, z. B. bei Werkstücken, deren Gewicht sich in einem großen Bereich ändert. Es läßt sich also eine den jeweiligen Gegebenheiten Rechnung tragende Ausrichtung der Spindel erreichen, in dem Sinne, daß die Spindel in ihrer Sollage eingestellt und in dieser gehalten werden kann. Eine bei einer Durchbiegung durch den Verlauf der Biegelinie auftretende Neigung oder Abweichung von einer vorgegebenen Lage wird also gemäß der Erfindung durch eine Gegenkraft bzw. ein Gegenmoment zum Verschwinden gebracht. Je nach dem Bedarfsfall kann es dabei vollauf genügen, eine solche Ausrichtung oder Lagekorrektur wenigstens für den Teil der Spindel zu erreichen, dessen Lage für die Genauigkeit der Bearbeitung von Bedeutung ist, also z. B. bei einer Drehbankspindel für den Spindelkopf oder den durch das vordere Lager gehenden Teil der Spindel.

Die Abstützwirkung kann dabei in verschiedener Weise hervorgebracht und in ihrer Größe eingestellt werden, insbesondere auch durch einen Regelvorgang.

Der Stützkörper kann z. B. in einer Führung verschiebbar sein und über einen Gleitschuh od. dgl. an der Spindel angreifen. Er läßt sich auch mit einer oder mehreren auf der Spindel laufenden Rollen, Kugeln od. dgl. ausrüsten, etwa nach Art eines Wälzlagers. Bei einer anderen Ausführung erfolgt die Einwirkung auf die Spindel mit Hilfe eines Druckmittels. Dieses nimmt der Stützkörper in einer Kammer auf, die zur Spindel hin offen ist. An ihrer seitlichen Begrenzung kann diese Kammer bei Bedarf auch durch elastische Dichtungen od. dgl. abgeschlossen sein. Durch das von einer Pumpe od. dgl. gelieferte Druckmittel wird hierbei die Lagebeeinflussung der Spindel bewirkt, wobei der Stützkörper als Gegenhalter wirkt. Er kann an seinem der Spindel abgewandten Ende fest angebracht sein. Zweckmäßig ist er jedoch auch bei dieser Ausführung in Richtung auf die Spindel unter Kraftwirkung verstellbar. Zum Bewegen des Stützkörpers kann ein mechanischer, elektrischer oder hydraulischer Verstellantrieb dienen.

Eine vorteilhafte Ausführung besteht darin, daß der Stützkörper die Spindel ganz oder teilweise umgibt und wenigstens auf einem Teil seines Umfanges als hydrostatisches oder aerostatisches Lager ausgebildet ist.

Der Stützkörper läßt sich auch mit mehreren auf dem Umfang verteilten, voneinander getrennten Kammern ausrüsten, wobei die Menge des Druckmittels in den Kammern gesondert einstellbar ist. Hierdurch ist es möglich, je nach dem Bedarfsfall eine Lagebeeinflussung der Spindel in verschiedenen Richtungen zu erzielen, etwa zum Ausgleich der Schnittkraft. Es lassen sich zu diesem Zweck auch mehrere Stützkörper um die Spindel herum anordnen, die in Umfangsrichtung zueinander versetzt sind und von denen jeder nur an einem Teil des Spindelumfanges

angreift bzw. die Spindel nur zu einem Teil ihres Umfanges umfaßt. Hierbei können die Stützkörper jeweils für sich oder in gegenseitiger Abhängigkeit gegen die Spindel verstellbar sein.

5 Es kann weiterhin von Vorteil sein, einen oder mehrere Stützkörper in Längsrichtung der Spindel verstellbar anzuordnen, beispielsweise mittels eines auf einer festen Führung gleitenden Schlittens od. dgl. Die Breite der Stützkörper kann den jeweiligen Erfordernissen entsprechend gewählt werden, d. h., sie können verhältnismäßig schmal sein und lassen sich dann auch bei sehr beschränkten Platzverhältnissen unterbringen, oder sie können sich auch über einen größeren Bereich der Spindellänge erstrecken. Zweckmäßig sind für die Lagerung der Spindel selbst hydrostatische oder aerostatische Lager vorgesehen.

Die Einstellung der Stützkraft läßt sich im einfachsten Fall auf Grund vorgegebener, einer Tabelle entnehmbarer Werte durchführen. Ist z. B. durch eine einmal durchgeführte Messung die Durchbiegung der Spindel bei verschiedenen Werkstückabmessungen oder -gewichten festgestellt worden, so lassen sich die dabei weiterhin ermittelten Werte der zum Ausgleich dieser Durchbiegung erforderlichen Stützkraft in ihrer Zuordnung zu den Werkstückabmessungen in einer solchen Tabelle zusammenfassen, nach der dann gearbeitet wird. Zweckmäßiger ist es jedoch, die Lage der Spindel bei jedem Arbeitsvorgang zu messen und die Stützkraft in ihrer Größe dann so lange zu ändern, bis die Spindel ihre Sollage erreicht hat. Ein solcher Vorgang läßt sich dann auch selbsttätig durchführen.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist deshalb zur Einstellung der erforderlichen Druckmittelmenge in der oder den Kammern des Stützkörpers und/oder zum Verstellen des Stützkörpers eine Regeleinrichtung vorgesehen, die einen die Spindelverformung an wenigstens einer Stelle messenden Istwertgeber und ein oder mehrere Stellglieder enthält.

40 Eine Vorrichtung zur Erfassung der Spindellage besteht gemäß der Erfindung aus einem mit der Spindel umlaufenden Teil in Form einer Scheibe od. dgl. und aus zwei diesem Teil zugeordneten, beiderseits der Spindelachse feststehend angebrachten Meßwertgebern. Der mit der Spindel umlaufende Teil kann eine eigens zu diesem Zweck auf der Spindel befestigte Scheibe sein, die beispielsweise im Spindelkasten untergebracht ist. Es ist aber auch möglich, einen ohnehin auf der Spindel befindlichen Teil, ein Futter oder eine Planscheibe, bei dieser Messung zu verwenden. Die Meßwertgeber können dabei die Scheibe abtasten oder auch die Lageänderung berührungslos erfassen. Es lassen sich zu diesem Zweck beispielsweise induktive und kapazitive Geber oder auch pneumatische Meßgeräte einsetzen. Die beiden Meßwertgeber sind über eine Brückenschaltung mit der Regeleinrichtung verbunden. Sofern mehrere, in unterschiedlichen radialen Richtungen angeordnete Stützkörper oder Stützkörper mit in Umfangsrichtung zueinander versetzten Kammern vorgesehen sind, kann für jede Richtung ein Paar von Meßwertgebern vorgesehen sein.

Die Erfindung wird nachstehend an Hand der Zeichnung erläutert:

Fig. 1 veranschaulicht die Verformung einer zweifach gelagerten Spindel;

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung nach der Erfindung:

Fig. 3 stellt eine weitere Ausführungsform der erfundungsgemäßen Vorrichtung dar.

Die Werkzeugmaschinenspindel 1 in Fig. 1, z. B. eine Drehbankspindel, ist in zwei Lagern 2 gelagert und trägt am vorderen Ende eine Planscheibe 3 od. dgl. Unter dem Gewicht dieser Planscheibe, zu dem noch das Gewicht eines nicht dargestellten Werkstückes kommt, erleidet die Spindel 1 eine Durchbiegung. Dabei erfährt die Planscheibe und zugleich ein von ihr gehaltenes Werkstück eine Lageänderung infolge der Absenkung des vorderen Teiles der Spindel. Der Winkel  $\alpha$  bezeichnet die Neigung gegenüber der Lagerachse.

Die Fig. 2 und 3 veranschaulichen nun als Beispiel die Anwendung der Erfindung zur Behebung solcher und ähnlicher, sich nachteilig auswirkender Verformungen. Die in Fig. 2 dargestellte Spindel 4 ist waagerecht in zwei hydrostatischen Lagern 5 und 6 gelagert. Die Ölzufluhr zu diesen Lagern ist durch die Pfeile 7 angedeutet, während die Öableitung nicht besonders gezeigt ist. Die Speisung der Lager kann z. B. durch eine Verdrängerpumpe erfolgen. Zur Einstellung der Spindel 4 in die gewünschte Lage und zur Beseitigung der Verformung ist ein Stützkörper 9 vorgesehen, der bei der dargestellten Ausführung die Spindel wirkenden Druckmittels selbsttätig mit Hilfe hydrostatisches Lager ausgebildet ist. Den vorgesehenen Kammern 10 wird von einer nicht wiedergegebenen Pumpe od. dgl. über eine Leitung 11 Druckmittel, z. B. Öl, zugeführt, um die Spindel 4 zu beladen. Durch Einstellung der Ölzufluhr, z. B. durch Beeinflussung einer das Druckmittel liefernden Pumpe, kann eine Kraft auf die Spindel 4 ausgeübt werden, die so groß ist, daß das vordere Endes der Spindel horizontal durch das Vorderlager 6 geht, d. h. daß eine auf der Spindel 4 befestigte Planscheibe 8 od. dgl. senkrecht zur Lagerachse steht, wobei sich dann auch ein aufgespanntes Werkstück in der richtigen Lage befindet. Der Verlauf der Biegelinie am Spindelende, also am hinteren Lager, ist von geringerer Bedeutung, da dies keine Nachteile mit sich bringen kann, zumal dann nicht, wenn hydrostatische Lager verwendet werden.

Der Stützkörper 9 ist in radialer Richtung zur Spindel 4, bei dem gewählten Beispiel also in senkrechter Richtung abgestützt, wobei außerdem eine zusätzliche Einstellmöglichkeit vorgesehen ist. Diesem Zweck dient eine Gewindespindel 12, die in einem gegenüber der Spindel 4 feststehenden Teil 13 geführt ist, z. B. einem Teil des Spindelkastens. An ihrem oberen Ende kann die Gewindespindel 12 im einfachsten Fall mit einem Schlüsselangriff versehen sein. Zweckmäßig ist sie jedoch über eine entsprechende Übersetzung mit einem Stellantrieb verbunden, etwa einem Elektromotor. Es läßt sich dabei auch ein Handrad od. dgl. zum Drehen der Spindel vorsehen.

Noch vorteilhafter ist es, wenn die Einwirkung auf die Spindel, d. h. die Verstellung des Stützkörpers und/oder die Änderung der Menge eines auf die Spindel wirkenden Druckmittels selbsttätig mit Hilfe einer Regeleinrichtung bewerkstelligt wird. Fig. 3 veranschaulicht als Beispiel eine solche Ausführung. Dabei ist wiederum eine in hydrostatischen Lagern 16, 17 gelagerte Spindel 15 mit an deren vorderem Ende befestigter Planscheibe 18 vorhanden. An der Rückseite der Planscheibe 18 sind in Durchmesserrichtung gegenüberliegend zwei Meßorgane 19, z. B. Weggeber, feststehend angebracht. Die Geber 19 können

Taster aufweisen oder auch berührungslos arbeiten. An Stelle der Planscheibe kann zur Messung auch eine besondere Scheibe vorgesehen sein, die z. B. innerhalb des Spindelkastens auf der Spindel befestigt ist. Tritt nun eine Verformung der Spindel 15 ein, so ergibt sich damit auch eine Schrägstellung der Planscheibe 18 (vgl. Fig. 1) bzw. einer gesonderten, mit der Spindel umlaufenden Meßscheibe. Die auftretende Lageänderung wird durch die Geber 19 gemessen und z. B. in eine entsprechende Spannungsänderung umgewandelt. Bei Bedarf kann ein Anzeigegerät vorgesehen sein, auf dem das Ausmaß der Verformung zu jedem Zeitpunkt ablesbar ist. Bei der dargestellten Ausführung bilden die Geber 19 die Istwertgeber einer Regeleinrichtung. Die einzelnen Teile sind als Blockschaltbild wiedergegeben. Die Geber 19 wirken über eine Brückenschaltung 20, über einen Verstärker 21 auf ein Stellglied 22, welches die Arbeitsweise einer Pumpe 23 beeinflußt, die über ein Rückschlagventil 25 und eine Leitung 24 Öl aus einem Behälter 26 ansaugt. Durch die beschriebene Einrichtung wird über die Leitung 27 den Kammern 29 des ähnlichen wie in Fig. 2 ausgebildeten Stützkörpers 28 so viel Öl zugeführt, daß durch die hierdurch auf die Spindel 15 wirkende Kraft die Spindelverformung rückgängig gemacht wird. Es ist natürgemäß auch möglich, die Regeleinrichtung in jeder anderen geeigneten Weise auszubilden, um die erforderliche Einwirkung zum Ausrichten der Spindel zu erzielen.

Zur zusätzlichen Verstellung des Stützkörpers 18 ist bei dieser Ausführung ein hydraulischer Antrieb vorgesehen, der aus einem feststehend angeordneten Zylinder 30 und einem in diesem verschiebbaren Kolben 31 mit Kolbenstange 32 besteht. Der Zylinder 30 ist durch Leitungen 33 und 34 mit einem Steuerventil 35 verbunden, an das eine Druckmittelzuleitung 36 und eine Ableitung 37 angeschlossen ist. Das Ventil 35 schaltet die Leitungen 33 und 34 so, daß wahlweise der Kolben 31 und mit ihm der Stützkörper 28 entweder gegen die Spindel 15 verstellt oder von dieser entfernt werden kann. Zweckmäßig ist das Ventil 35 als Magnetventil od. dgl. ausgebildet.

Sollte z. B. die Verformung der Spindel 15 so groß werden, daß die durch das Öl in den Kammern 29 aufgebrachte Kraft und der dadurch zu erzielende Verstellweg nicht mehr ausreichen, um die Lage der Spindel in der gewünschten Weise zu beeinflussen, so kann mittels des hydraulischen Antriebs der Stützkörper 28 durch die Kolbenstange 32 zusätzlich in radialer Richtung verstellt werden, d. h., es kann eine zusätzliche Kraft ausgeübt werden, um die gewünschte Ausrichtung der Spindel zu erreichen.

Eine solche Verstellung des Stützkörpers, sei es mit Hilfe einer Gewindespindel gemäß Fig. 2 oder mit Hilfe eines hydraulischen Antriebs der in Fig. 3 gezeigten Art, wird zweckmäßig ebenfalls in die Regelung einbezogen. Dies kann bei der Ausführung nach Fig. 3 beispielsweise mittels eines weiteren Stellgliedes 38 erreicht werden, welches in Abhängigkeit von dem Stellglied 22 arbeitet und das Ventil 35 betätigt. Durch gestrichelte Linien ist die Wirkverbindung zwischen dem Stellglied 38 und dem Ventil 35 sowie die Verbindung zwischen dem Stellglied 38 und dem Stellglied 22 angedeutet. Die Ausbildung der einzelnen Elemente kann dabei so sein, daß das Stellglied 38 in Tätigkeit tritt, wenn das Stellglied 22 in der einen oder anderen Richtung einen bestimmten

Betriebspunkt erreicht hat. Der Kolben 31 im Zylinder 30 wird z. B. dann nachgestellt, wenn das Stellglied 22 die Pumpe auf volle Förderleistung eingestellt hat, aber trotzdem noch eine Verformung besteht, so daß die von den Geben 19 gespeiste Brücke 20 nicht abgeglichen ist. Dann kann das Stellglied 38 arbeiten und durch Verstellen des Ventils 35 in der erforderlichen Weise eine Verschiebung des Kolbens 31 bewirken.

Wie bereits in dem voraufgegangenen Teil der Beschreibung erläutert wurde, bestehen für die erfundungsgemäß ausgebildete Spindellagerung z. B. bezüglich der Anordnung und Ausbildung eines oder mehrerer Stützkörper, abweichend von den dargestellten Ausführungsbeispielen, noch zahlreiche andere Möglichkeiten, so daß den verschiedensten Bedarfssällen Rechnung getragen werden kann.

Patentansprüche:

1. Spindellagerung für Werkzeugmaschinen, insbesondere Schwerdrehbänke, bei der drei oder mehr Lagerstellen für die Spindel vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der innenliegenden Lagerstellen durch einen Stützkörper (9, 28) gebildet ist, der zur Beeinflussung der Spindelverformung bzw. zur Ausrichtung der Spindel (4, 15) gegen dieselbe verstellbar ist, oder daß eine der innenliegenden Lagerstellen einen Raum (10, 29) zur Aufnahme eines auf die Spindel zur Ausrichtung wirkenden Druckmittels aufweist oder daß beide Maßnahmen gemeinsam angewendet sind.

2. Spindellagerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stützkörper (9, 28) mit einem mechanischen, elektrischen oder hydraulischen Verstellantrieb (12, 30 bis 32) ausgerüstet ist.

3. Spindellagerung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Stützkörper (9, 28) die Spindel (4, 15) ganz oder teilweise umgibt und wenigstens auf einem Teil seines Umfangs als hydrostatisches oder aerostatisches Lager ausgebildet ist.

4. Spindellagerung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Stützkörper mehrere auf dem Umfang verteilte, vonein-

ander getrennte Kammern aufweist, wobei die Menge des Druckmittels in den Kammern gesondert einstellbar ist.

5. Spindellagerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindel (4, 15) von mehreren in Umfangsrichtung zueinander versetzten Stützkörpern umgeben ist, die jeweils für sich oder in gegenseitiger Abhängigkeit gegen die Spindel verstellbar sind.

6. Spindellagerung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Stützkörper (9, 28) in Längsrichtung der Spindel (4, 15) einstellbar angebracht sind.

7. Spindellagerung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Stützkörper (9, 28) zusammen mit zwei hydrostatischen oder aerostatischen Spindellagern (5, 6; 16, 17) vorgesehen sind.

8. Spindellagerung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur selbsttätigen Einstellung der erforderlichen Druckmittelmenge in der oder den Kammern (10, 29) des Stützkörpers (9, 28) und/oder zum Verstellen des Stützkörpers eine Regeleinrichtung vorgesehen ist, die einen die Spindelverformung an wenigstens einer Stelle messenden Istwertgeber und ein oder mehrere Stellglieder enthält.

9. Spindellagerung nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch einen mit der Spindel (4, 15) umlaufenden Teil in Form einer Scheibe od. dgl. und zwei diesem Teil zugeordnete, beiderseits der Spindelachse feststehend angebrachte, tastend oder berührungslos arbeitende Meßwertgeber (19), die über eine Brückenschaltung (20) mit der Regeleinrichtung verbunden sind.

10. Spindellagerung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren in unterschiedlichen radialen Richtungen angeordneten Stützkörpern bzw. Kammern in einem Stützkörper jeder Richtung zwei Meßwertgeber zugeordnet sind.

In Betracht gezogene Druckschriften:  
Deutsche Patentschrift Nr. 691 003;  
französische Patentschrift Nr. 1 213 878.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

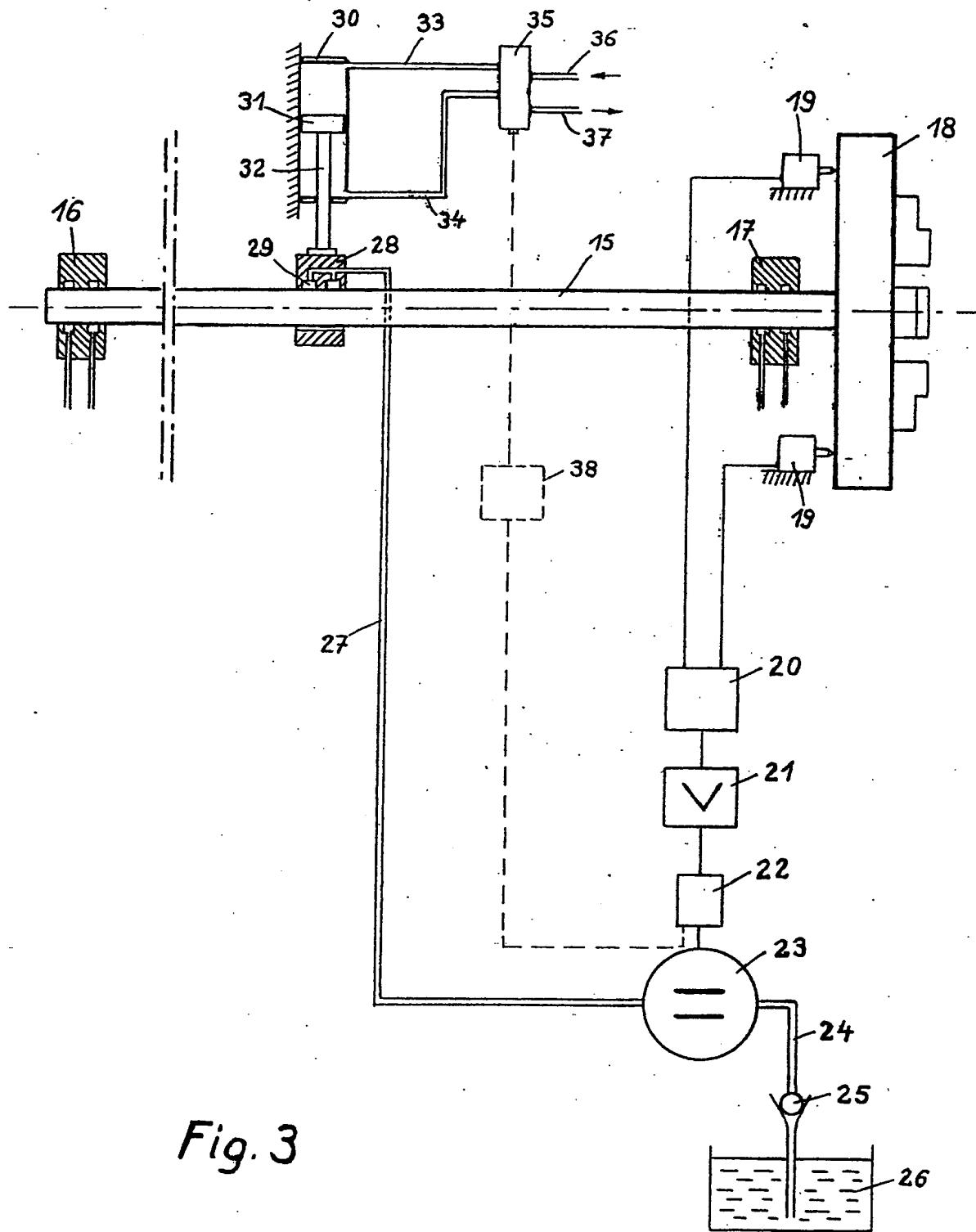
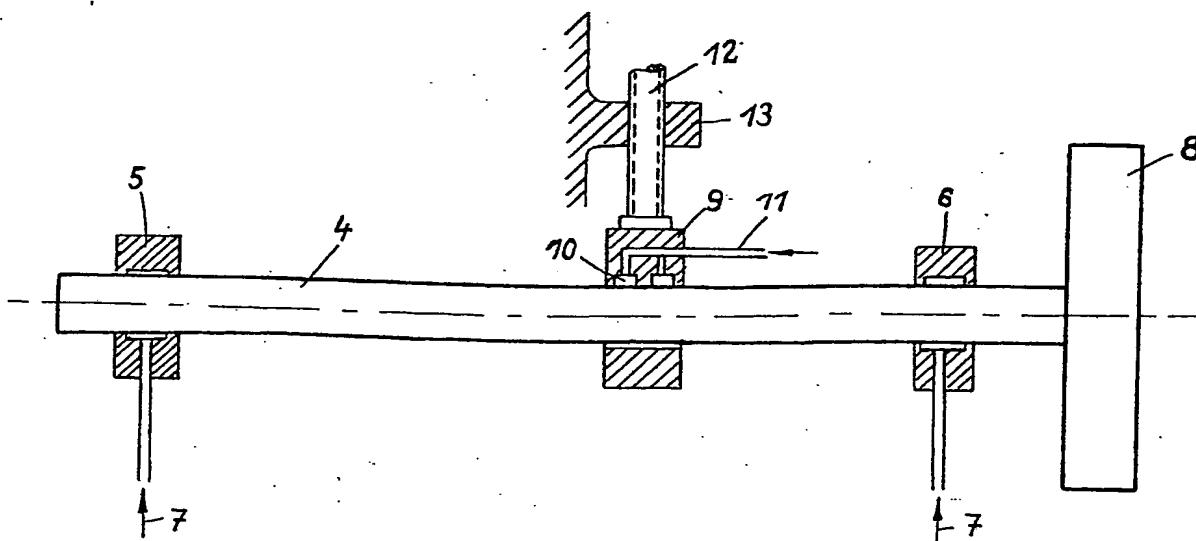
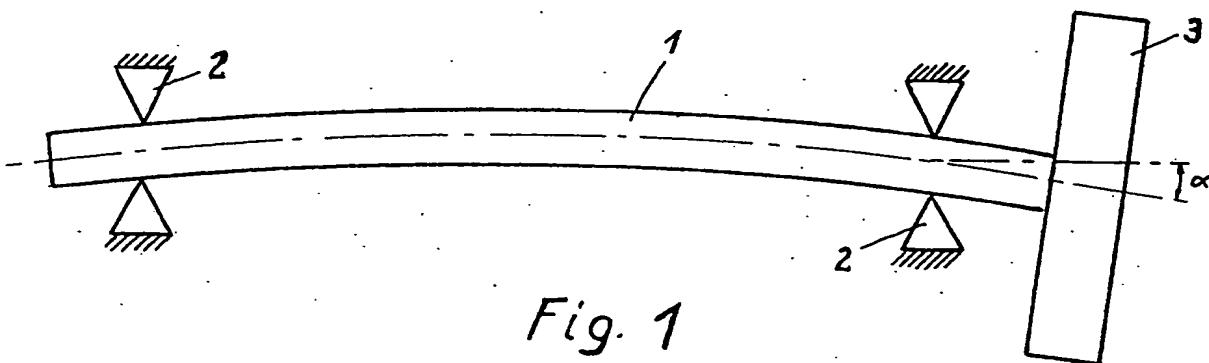


Fig. 3

Nummer: 1166 589  
Internat. Kl.: B 23 b  
Deutsche Kl.: 49 a - 20  
Auslegetag: 26. März 1964



**Translation into English of  
German Patent 1 166 589 (Claims)**

1. A spindle bearing for machine tools, especially heavy-duty lathes, in which three or more bearing positions are provided for the spindle, characterized in that at least one of the inner bearing positions is formed by a support body (9, 28) which is adjustable relative to the spindle for influencing the spindle deformation or for alignment of the spindle (4, 15), or in that one of the inner bearing positions comprises a space (10, 29) for receiving a pressure means having an effect on the spindle for its alignment, or in that both measures are used in common.
2. The spindle bearing according to claim 1, characterized in that the support body (9, 28) is provided with a mechanical, electrical or hydraulic adjustment drive (12, 30 to 32).
3. The spindle bearing according to claim 1 or 2, characterized in that the support body (9, 28) surrounds the spindle (4, 15) completely or partly and is formed on at least a part of its periphery as a hydrostatic or aerostatic bearing.
4. The spindle bearing according to one of claims 1 to 3, characterized in that the support body comprises a plurality of separate chambers distributed on its periphery, wherein the amount of pressure means in the chambers is separately adjustable.
5. The spindle bearing according to one of claims 1 to 4, characterized in that the spindle (4, 15) is surrounded by a plurality of support bodies being displaced from each other in a circumferential direction, said support bodies being adjustable for themselves or in mutual dependency against the spindle, respectively.



6. The spindle bearing according to one of claims 1 to 5, characterized in that one or more support bodies (9, 28) are arranged adjustably in a longitudinal direction of the spindle (4, 15).
7. The spindle bearing according to one of claims 1 to 6, characterized in that one or more support bodies (9, 28) are provided together with two hydrostatic or aerostatic spindle bearings (5, 6; 16, 17).
8. The spindle bearing according to one of claims 1 to 7, characterized in that a control device is provided for automatic adjustment of the required pressure means amount in the chamber(s) (10, 29) of the support body (9, 28) and/or for adjusting the support body, said control device comprising an actual value transmitter measuring the spindle deformation at at least one location and one or more actuators.
9. The spindle bearing according to claim 8, characterized by a part in the form of a disc or suchlike rotating together with the spindle (4, 15) and two measured value transmitters (19) assigned to said part, fixedly secured at both sides of the spindle axis and working in contact or without contact, said measured value transmitters being connected to the control device through a bridge circuit (20).
10. The spindle bearing according to claim 9, characterized in that in case of a plurality of support bodies or chambers in a support body, respectively, arranged in different radial directions, two measured value transmitters are assigned to each direction.

